Die Idee dahinter: Der Powerstoff mit Sauerstoff?

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

Grundlegende Hinweise

Die Betrachtung und Untersuchung eines mit Sauerstoff angereicherten Getränks kann dazu dienen, nach der Einführung des chemischen Gleichgewichts erstmalig dessen mögliche Störung bzw. andersartige Einstellung in Abhängigkeit von Druck oder Temperatur in den Fokus zu rücken und so zum Prinzip von Le Chatelier überzuleiten.

Es hat sich bewährt, zunächst die Gleichgewichtsbeeinflussung von Druck und Temperatur im Kontext Active O_2 [1] zu betrachten, *nicht obwohl* sondern *weil* es sich um einen Vorgang mit einem einfachen Mehrphasensystem handelt, in dem derselbe Stoff einmal gasförmig und einmal gelöst vorliegt. Dies passt zu den zuvor genutzten Modellexperimenten wie z. B. dem Stechheber-Versuch und der Analogie der Bälleschlacht [2], mit der bereits die Dynamik des Gleichgewichts verdeutlicht wurde.

Bewusst wird das eigentlich simple Experiment mit der Spritzentechnik ChemZ [3] eng angeleitet, um Fehlerquellen zu minimieren. Die Planung kann aber wie auch bei allen darauf basierenden nachfolgenden Experimenten mit Kohlenstoffdioxid in die Hände der Lernenden gegeben werden.

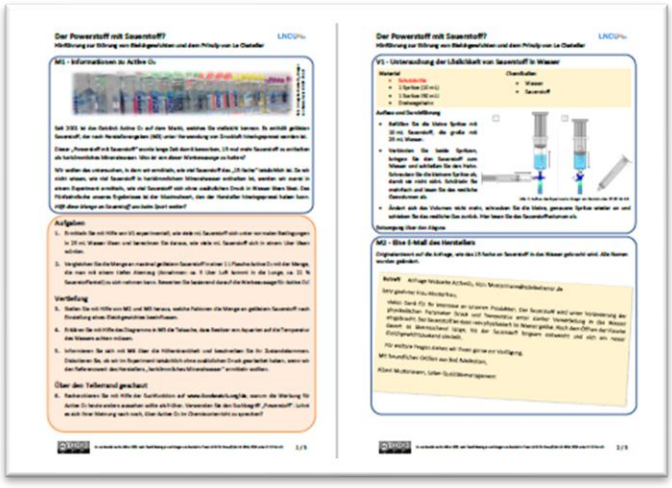
Möglicher Ablauf

1. Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln

Ein alter Werbespot [z. B. 4] für das sauerstoffangereicherte Getränk aus der Zeit vor 2011 wirft die Frage nach der Sinnhaftigkeit und dem Nutzen auf. Da der Hersteller vom 15fachen an Sauerstoff spricht, lässt sich das Problem auf die Frage nach der Menge an gelöstem Sauerstoff fokussieren. Mögliche Fragen oder Problemstellungen wären demzufolge:

Hilft das Getränk bei sportlicher Aktivität? Wie viel Sauerstoff ist tatsächlich enthalten? Kosten/Nutzen? Das 15fache … wovon? Wie erreicht der Hersteller eine vermehrte Löslichkeit?

2. Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen



Zentraler Arbeitsauftrag: Ermittle die Menge an maximal gelöstem Sauerstoff in 1 L Wasser und nimm Stellung zur Sinnhaftigkeit der Werbeaussage. **Dabei immanent verfolgtes Lernziel**: Stelle heraus, welche Parameter zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes führen können.

Eine Ermittlung des absoluten Sauerstoffgehaltes wäre apparativ aufwändig. Einfacher ist die Bestimmung des maximal lösbaren Sauerstoffvolumens unter Standardbedingungen als Referenzwert, der nachfolgend zunächst mit dem Faktor 15 multipliziert wird. Basierend auf der geringen Löslichkeit kann damit bereits eine Prüfung der Sinnhaftigkeit des Getränks durch Vergleichsbetrachtungen (A1; A2 sowie V1) erfolgen.

Binnendifferenzierend werden die Faktoren zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes in den Blick genommen (A3-A5 mit den zunehmend komplexeren Materialien M2-M4, Einführung des Partialdrucks und Korrektur

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach Andreas Böhm, Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

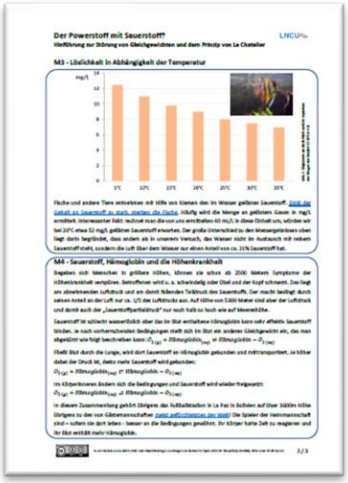
des Sauerstoffgehalts nach unten!) und das Werbeversprechen dann in seiner Gesamtheit bewertet (A6 und Werbespot nach 2012).

3. Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln

In der Regel ermitteln die Lernenden Werte zwischen 0,5 mL und 2 mL an gelöstem Sauerstoff pro 25 mL Wasser. Der Literaturwert (40 ml/L) kann benannt werden und belegt zusätzlich die geringe Sauerstofflöslichkeit. Als Rückgriff auf die Ausgangsfragen dient der Vergleich an maximal aufgenommenen Sauerstoff mit einem tiefen Atemzug über das dafür vorgesehene System. Hier zeigt sich die Sinnlosigkeit des Angebotes: das Getränk kann nicht physiologisch wirken.

M2 ermöglicht es weiterführend allen Lernenden erste Vermutungen zum Einfluss von Druck und Temperatur zu erkennen und benennen. Diese können festgehalten und nachfolgend in neuen Zusammenhängen geprüft werden.

4. Mögliche Anknüpfungen oder Vernetzungen, die sich direkt anschließen können


Der Powerstoff mit Sauerstoff?

M3 - Löslichkeit in Abhängigkeit der Temperatur

M4 - Sauerstoff, Hämoglobin und die Höhenkrankheit

Fragen nach der Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit, daraus möglicherweise resultierende Schwierigkeiten für Kiemenatmer, der Notwenigkeit von Hämoglobin oder anderer Blutfarbstoffe oder auch der Höhenkrankheit sind interessante Aspekte, die vernetzend in Betracht gezogen werden können. In M4 folgt das Material der bereits mit der Bälleschlacht eingeführten Symbolik bzgl. der Einstellung eines Gleichgewichts als Prozess (⇄; ⇄) und dem Zustand (⇌) in Anlehnung an die Vorschläge der AG Terminologie und Symbolik der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh [5].

Erfahrungsgemäß bereichern zusätzliche Informationen z. B. zu den unterschiedlichen Hämoglobinarten von Kind und Mutter im Mutterleib oder auch dem Bereich Fußball die Auswertung:

So trägt die bolivianische Nationalmannschaft ihre Heimspiele in La Paz aus, was ihnen einen Heimvorteil der besonderen Art einbringt. Das Stadion befindet sich ca. 3.600 Meter über dem Meeresspiegel. Viele Auswärtsmannschaften haben mit der dünnen Höhenluft Probleme, da sie nur wenige Tage zuvor anreisen, was für eine vollständige Akklimatisierung zu kurz ist, während die einheimischen Spieler meist mehrere Wochen Zeit hatten, sich den Verhältnissen anzupassen. Am 27. Mai 2007 beschloss die FIFA ein Verbot von offiziellen Spielen in über 2.500 Metern Seehöhe liegenden Stadien. Nach heftigen Protesten wurde später u. a. eine Ausnahmegenehmigung für La Paz erlassen. Am 1. April 2009 gelang der bolivianischen Nationalmannschaft im WM-Qualifikationsspiel gegen das wesentlich stärker einzuschätzende Argentinien ein 6:1-Sieg![1]

Die Druck- und Temperaturabhängigkeit des Lösungsgleichgewichtes lässt sich im weiteren Unterrichtsverlauf besser an Mineralwässern experimentell prüfen und verallgemeinern. Vorteil ist, dass beim Lösen von Kohlenstoffdioxid eine saure Lösung entsteht, die mit einem Indikator farblich sichtbar gemacht werden kann. Und zudem Kohlenstoffdioxid per se besser löslich ist, so dass mehr Spielraum für eine Beeinflussung von Gleichgewichten in beide Richtungen besteht.

[1] vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Bolivianische_Fu%C3%9Fballnationalmannschaft

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach Andreas Böhm, Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Literatur und Online-Quellen

[1] Gregor von Borstel und Andreas Böhm, 2006. Active O_2 – Powerstoff mit Sauerstoff. MnU 59, 413-415.

[2] Bindl, A., Böhm, A., von Borstel, G., Eusterholz, M., Weninger, D. (2020). Lernaufgaben für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: SINUS.NRW: Motivation durch kognitive Aktivierung QUA-LiS NRW (Hg.); Roß, Joachim (Hg.) 2020, S. 135 - 152. Online verfügbar unter CC-SA-BY 4.0 https://www.wbv.de/artikel/6004814w (letzter Zugriff 31.12.2020)

[3] Gregor von Borstel, Andreas Böhm und Manfred Eusterholz, 2017. Reaktionen von Gasen genauer untersuchen. NiU Chemie 28 (157), 17-22.

[4] möglicher Werbespot für Active O_2 – https://www.youtube.com/watch?v=FB-xcKyq0rc, letzter Zugriff 06.01.2021

[5] AG Terminologie und Symbolik der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh (2020). Das chemische Gleichgewicht –Empfehlungen für eine konsistente Begriffsentwicklung und Symbolik. CHEMKON 27, 96–98.

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach Andreas Böhm, Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.